中华蜜蜂工蜂触角感受器的扫描电镜观察

杜芝兰
(北京大学生物系,北京)

摘要 对中华蜜蜂 (*Apis cerana*) 工蜂触角感受器的扫描电镜观察,见到在触角上有九种类型的感受器,它们是板形感器、腔锥感器、坛形感器、钟形感器、锥形感器、毛形感器 A、毛形感器 B、毛形感器C和D、缘感器以及各种类型的刚毛等。对于这些感受器的外部形态和分布部位进行了详细地观察和描述,发现中华蜜蜂与西方意蜂 (*Apis mellifera*) 有差异。
关键词 中华蜜蜂 触角 感受器

膜翅目昆虫的感受器早在 1923 年就有人用光学显微镜观察过 (Vogel, 1923)。以后 Richards (1952) 用透射电子显微镜观察并描述了意蜂工蜂 (*Apis mellifera* L.) 触角的板形感器表皮结构。后来 Dietz 等(1971)及 Ågren (1975) 采用扫描电镜技术对触角感受器的分布和形态结构进行了研究和比较。近来 Yokohari (1983) 对蜜蜂触角上的腔头感器超微结构做了详细地描述,他提出腔头感器具有种的特异性,是一种温度和湿度的感受器。但是中华蜜蜂 (*Apis cerana*) 工蜂的触角感受器还未有人研究。中华蜜蜂又称为中蜂,它是我国的土著蜂种,属于东方蜜蜂 (*Apis cerana*),因此我们对它进行了扫描电镜的观察和描述。

本文主要是对工蜂触角上各种类型的感器形态和部位进行了详细观察,为今后研究蜜蜂的行为学,电生理学和分类学提供参考。

材料和方法

中华蜜蜂工蜂取自中国农科院养蜂所。将试验蜂置冰箱内冷冻后,在解剖镜下将工蜂的头部连同触角一起取下,用生理盐水洗净。先经 2.5% 戊二醛 (0.2*M* 磷酸缓冲液配制)固定 4 小时,磷酸缓冲液冲洗三次,每次 10 分钟;再用 1% 锇酸固定 2 小时,缓冲液冲洗 30 分钟;然后丙酮系列脱水,经过 100% 丙酮脱水后,转入醋酸异戊酯置换,临界点干燥,喷金后置 JSM35-CF 型扫描电镜下观察和拍照,工作电压 15kV。

结果与讨论

中华蜜蜂的触角呈膝状,由柄节、梗节、鞭节组成。蜂王和工蜂的鞭节共有十节组成,雄蜂的鞭节有十一节。工蜂的柄节为触角全长的三分之一,其长度约为 1330μm,梗节呈

本文于 1986 年 6 月收到。
电镜照片由冯增立同志拍摄,特此致谢。

方圆形，最短，长度约为 230 μm，第一鞭节比第二鞭节长，其长度约为 220 μm，第二鞭节长约为 140 μm，其余鞭节近似等长，约为 310 μm。每个触角内有两条由脑发出的神经，触角上密布各种感受器，对外界的各种刺激可进行感受(图版 I：1)。

Ågren 等(1982)提出雄蜂的第一鞭节和其他鞭节之间的大小差异要比雌蜂大。雌蜂的柄节较长，粗细均匀，雄蜂的柄节相对短些，但其直径近似，而鞭节比雌蜂长。

现将观察到的各种感受器分别描述如下：

1. 板形感器(sp)：是工蜂触角上最多的一种感受器。从第三鞭节到第十鞭节都有它们的分布，紧密排列，覆盖在各鞭节的表面上，呈椭圆形的盘状结构。它的周围有一个较宽的边，上面有许多辐射状的沟延伸到盘中央，但不很明显，在高倍放大下能够看到。感受器的长轴与触角的长轴平行。板形感器的丰富区域内，在它们排与排之间以及每个感受器中间的空隙里还布有许多毛形感器 A，这两种类型为混合分布，并不单独分成两个区。Ågren 等(1982)曾提出在雄蜂的触角上板形感器与毛形感器 A 分别形成两个区，并且在雌蜂触角的腹面没有板形感器，直径约为 10—12 μm。关于板形感器的功能 Kaissling 等(1968)报道这种感器对蜂王物质和一种称为 Nasanov 腺的气味敏感，具有嗅觉功能(图版 I：2)。

2. 腔锥感器 (scc)：呈小孔状的结构，孔略呈椭圆形。在孔的底部常有一个粗壮的小锥状物伸出，长度约 2.4—3.9 μm，孔的直径约为 4—4.5 μm，在柄节和梗节上都有分布(图版 I:3、4、7)。

3. 坛形感器 (sa)：同样为小孔状的结构，小孔呈圆形。有的孔内有塞状物伸出，一般孔的直径为 1—1.4 μm，比腔锥感器小，每个坛形感器就象火山口一样鼓起。在柄节、梗节、第一、三、四、六、八鞭节上都能见到这种感受器(图版 I：3、5、7)。

Ågren (1977) 在扫描电镜下看到坛形感器的小孔底部有一个塞状物，当它伸出时，它的表面有刻纹，孔的表面有皱的条纹结构。他认为坛形感器与腔锥感器很难区分，主要从孔的直径大小区别它们，前者孔径约为 0.75 μm，后者约为 2.5 μm。后来他又观察到腔锥感器底部的塞状物表面具纵沟。试验证明，这两种感器都有对气味、二氧化碳、温湿度敏感的功能。

4. 钟形感器 (scf)：呈圆形，形似钮扣；周围表皮隆起，中央有一个钮扣样的节结，结构明显，节结呈圆形，直径为 1.4 μm。此外还有一种类型，中央没有钮扣样的节结，而是呈蘑菇状的结构。钟形感器的孔径约为 3.5—5.6 μm (图版 I：4)

工蜂触角鞭节上面的钟形感器是由 Dietz 等(1971)发现的，他认为钟形感器有孔的结构，感觉塞穿过表皮而伸出。Yokohari (1983) 提出钟形感器没有孔，表皮呈蘑菇状突起，插入表皮圆柱状的凹陷内。他们认为在不同的昆虫种类，钟形感器的内部结构有不同。关于它的分布，除去第一鞭节外，其他各节的侧面都有这种感器，但是数量不多。关于钟形感器的功能，Dietz 从他的观察结果证明，钟形感器与坛形感器和腔锥感器有联系，并认为这种感器可能是对气味、二氧化碳、温湿度敏感。这种推测是根据 Lacher (1964) 电生理学的试验为基础的。Ågren (1977) 认为，钟形感器可能是机械感受器，不受神经支配，这种感器是不常见的。Yokohari (1983) 试验证明，它是一种温湿度感器。他们共同认为钟形感器在分类学方面是研究种的最好的一种结构。

5. 锥形感器 (sb):形状粗大而直立,似木桩,顶端相当钝,非中空,有几种大小不同的类型。基部周围的膜一般不象毛形感器A下沉的那样深,槽呈圆形,在折断的感器内没有关节与它相连,因此,感器只能倾斜而不能弯曲,一般长度约为 23—27μm,从第三鞭节到第九鞭节都有它的分布(图版 I: 2、6)。

Ågren (1977) 提出雄蜂没有锥形感器,这种感器只是分布在雌蜂的触角上面; 并发现至少有两种不同直径的类型。在槽内还有一个凹陷,呈圆形,这种感器具有对温度和湿度敏感的功能。

6. 毛形感器A (stA):是工蜂触角上最普通的一种感受器。呈毛状,略显S形,它的末端稍微向上弯曲,末端不象刚毛那样尖,稍钝。槽为圆形,表面光滑逐渐而均匀地变细,它是中空的,在板形感器区内有分布,长度约为 22μm (图版 I: 2、6)

Ågren (1982) 提出毛形感器A丰富区称为 stA 区。在解剖镜下观察到许多毛形感器A形成金黄色天鹅绒样新月形的结构。这个区的表皮没有色素,并且是透明的,stA 区的分布在节与节之间以及种与种之间都有不同,通常是在触角末端的几节分布范围变大。有的种类在第二鞭节没有它的分布,有时在第三鞭节也没有,他发现毛形感器A和板形感器对雄蜂具有种的特异性,并且有分类学的鉴定价值,在雌蜂没有种特异性的特征。这种感受器主要接受与外界物体接触时而形成的刺激,是一种机械力感器。

7. 毛形感器B (stB): 细而尖,毛状,呈弯曲形,尖端弯向触角的表面。它的分布不均匀,在触角靠近末端的鞭节上丰富得多。它的槽呈圆形而且很小,其长度约为 19μm,它对机械刺激敏感(图版 I: 6)。

Ågren (1977) 报道毛形感器B是最小的毛,尖端呈弯形或者直立,表面没有纵沟。前者称 B_2 型,后者称为 B_1 型,有的毛形感器B呈双叉形,它们以分散的形式分布在雌蜂触角上比雄蜂更普遍,个别的种在第一鞭节无分布。

8. 毛形感器C和D (stCD):它们均为长毛状,两边垂直,而且较细,末端稍钝,有的尖端常粘附碎片,它们多数分布在鞭节的中央位置上,一般呈单行排列,槽小而圆,长度约为 17μm (图版 I: 2)。

Ågren (1975) 提出这两种类型通过 SEM 观察,非常难把它们区分开,因此称为毛形感器 CD。但是在蜜蜂属蜂种,C型的尖端比D型的更尖,说明有的蜂种从外形上还是能够把它们区分开。他认为在功能方面也不同,毛形感器C为机械感受器,毛形感器D为味觉感受器。

9. 缘感器 (ms):它也是一种小型的毛状结构,末端尖而锐。在鞭节与鞭节之间相连处有一排缘感器,没有槽,长度不等,约为 6—12μm (图版 I: 5)。

10. 刚毛 (s):呈针状、刀状、圆柱状以及末端成钩状等四种类型。它们末端均很尖。刚毛数量多,分布在各节上,有的密集成簇,有的疏散而整齐的排列,末端都是朝向触角的末端。有的刚毛是倾斜的,有的是尖端稍微向上弯曲,长度约为 25—45μm。它们是触角位置的机械感受器(图版 I: 5、7)。

Slifer 等(1961)报道刚毛的壁是很厚的。Ågren (1977) 报道棒状的刚毛表面具有刻纹;马刀状的刚毛是光滑的,而末端总是尖的; 锥形的刚毛尖端稍微向上弯曲。他证明刚毛在雌雄蜂触角上分布的部位,第一鞭节刚毛占优势。在第一鞭节的近端是针状的刚

毛，紧接着在第一鞭节的表面渐渐布有马刀状刚毛。在第一鞭节的近端刚毛的表面具有螺旋纹，远端是光滑的或者具有纵沟的结构。在第二鞭节的板形感器区内，刚毛是直立的，触角的里边是较长的刚毛，其他鞭节主要是针状和马刀状的刚毛，也有其他形状的刚毛。在柄节和梗节上布有一些羽状的毛，刚毛不是中空的，它们受神经支配。

参　考　文　献

Ågren, L & Svensson, B. G. 1982 Flagellar sensilla of Sphecodes bees (Hymenoptera; Halictidae). *Zoologica Scrita* 11(1): 45—54.

Ågren, L. 1977 Flagellar sensilla of some Colletidae (Hymenoptera: Apoidea). *Int. J. Insect Morphol. & Embryol.* 6(3/4): 137—46.

Ågren, L 1978 Flagellar sensilla of two species of *Andrena* (Hymenoptera: Andrenidae). *Int. J. Insect Morphol. & Embryol.* 7(1): 73—9.

Dietz, A. & Humphreys, W. J. 1971 Scanning electron microscopic studies of antennal receptors of the worker honey bee, including sensilla campaniformia. *Ann. Ento, So. Am.* 64(4): 919—25.

Yokohari 1983 The coelocapitular sensillum, an antennal hygro- and thermoreceptive sensillum of the honey bee, *Apis mellifera E. Cell Tissue Res.* 233: 355—65.

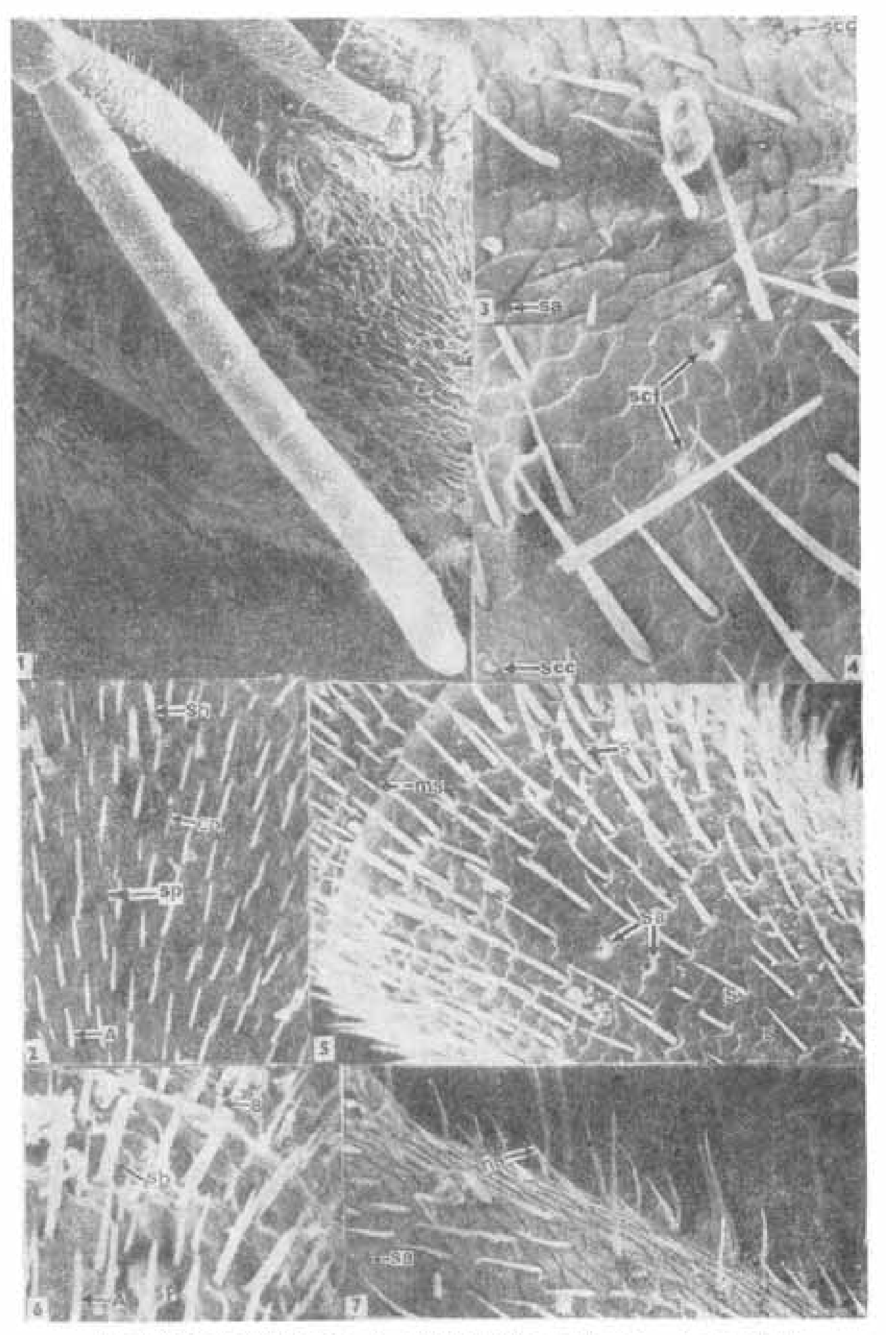
SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDIES OF SENSILLA ON THE ANTENNA OF WORKER HONEY BEE *APIS CERANA*

Du Zhi-lan

(*Department of Biology, Peking University, Beijing*)

The sensilla on the antenna of the worker of the Chinese honey bee, *Apis cerana*, are studied with scanning electron microscope. The types of sensilla present on the antenna include sensillum placodeum, s. coelonconicum, s. ampullaceum, s. basiconicum, s. campaniformium, s. trichodeum A, B, C and D, and several forms of setae. The distribution and external morphology of the antennal sensilla of this species differ from that of the Italian honey bee *Apis mellifera*.

Key words *Apis cerana*——antennal——sensillum



1.中华蜜蜂工蜂右触角×45； 2.工蜂左触角第六鞭节×436； 3.工蜂左触角柄节×748； 4.工蜂左触角梗节×713； 5.工蜂左触角第一鞭节×490； 6.工蜂左触角第九鞭节×568； 7.工蜂左触角柄节×374

板形感器（sp）、锥形感器（sb）、毛形感器 A(A)、毛形感器 CD(CD)、腔锥感器（scc）、坛形感器（sa）、钟形感器（scf）、缘感器（ms）、毛形感器 B(B)、坛形感器（具塞状物）(sa)、各种类形刚毛（s）、钩状刚毛（hs）